



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

11

628 117

21 Gesuchsnummer: 1721/78

73 Inhaber:
VEB Kombinat ORSTA- Hydraulik, Leipzig (DD)

22 Anmeldungsdatum: 16.02.1978

30 Priorität(en): 12.04.1977 DD 198353

72 Erfinder:
Dr. rer.nat. Götz Kamm, Leipzig (DD)

24 Patent erteilt: 15.02.1982

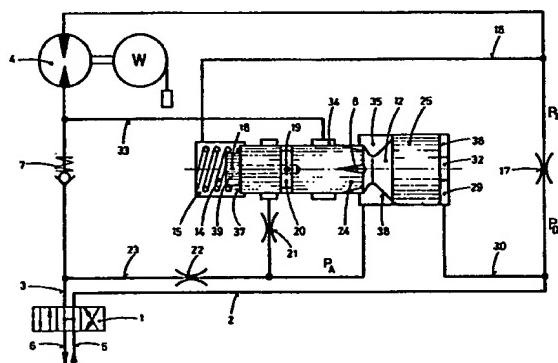
45 Patentschrift
veröffentlicht: 15.02.1982

74 Vertreter:
A. Braun, Braun, Héritier, Eschmann AG,
Patentanwälte, Basel

54 Bremsventileinrichtung.

57 Die Einrichtung umfasst eine mit einem Umgehungs-Rückschlagventil (7) parallelgeschaltete verstellbare Hauptdrossel (8). Durch diese Massnahme sollen bei der belastungsunabhängigen Geschwindigkeitsregelung an einem ziehend belasteten doppelt beaufschlagbaren Druckstromverbraucher (4) Schwingungen des Gesamtsystems verhindert werden. Zwecks Erzielung einer hohen Regelgüte und trägeheitsarmen Arbeiten ist in der einen Anschlussleitung (2) des Druckstromverbrauchers (4) eine zulaufseitige Messdrossel (17), und in einer von der anderen Anschlussleitung (3) zur verstellbaren Hauptdrossel (8) führenden Abzweigleitung (23) eine ablaufseitige Messdrossel (22) angeordnet. Beide Messdrosseln stehen über eine Verbunddrossel (21) miteinander in Verbindung. Im Bremsbetrieb ist die grössere Kreisfläche (36) eines in Schliessrichtung der Hauptdrossel federbeaufschlagten gestuften Kolbens (12) mit dem Zulaufdruck (P_0) der Einrichtung in Öffnungsrichtung beaufschlagt, während eine Teilfläche (37) der grösseren Kreisfläche (36) entgegengesetzt mit dem hinter der zulaufseitigen Messdrossel herrschenden verbraucherseitigen Zulaufdruck und die andere Teilfläche (38) mit dem vor der ablaufseitigen Messdrossel entstehenden Ablaufdruck in Schliessrichtung beaufschlagt ist.

Die Einrichtung eignet sich infolge ihrer hohen Regelgüte durch rasches Ansprechen insbesondere für Hub- und Fahrantriebe von selbstfahrenden Arbeitsmaschinen und für Schiffswindenantriebe.



PATENTANSPRÜCHE

1. Bremsventileinrichtung h her Regelgüte zur belastungsunabhängigen Geschwindigkeitsregelung an einem ziehend belasteten doppelt beaufschlagbaren Druckstromverbraucher, die eine in Ausgangsstellung geschlossene verstellbare Hauptdrossel aufweist, über deren stellwegabhängig zunehmenden Durchflussquerschnitt Verbraucher- und Ablaufanschluss miteinander verbunden sind und die mit einem in die in Wirkrichtung der äusseren Belastung hinter dem Druckstromverbraucher befindliche Anschlussleitung geschalteten Umgehungs-Rückschlagventil, das sich in Richtung zum Druckstromverbraucher hin öffnet, parallelgeschaltet ist, dadurch gekennzeichnet, dass in der nicht durch das Umgehungs-Rückschlagventil (7) unterbrochenen Anschlussleitung (2) des Druckstromverbrauchers (4) eine zulaufseitige Messdrossel (17) und in der von der Anschlussleitung (3) mit dem Umgehungs-Rückschlagventil (7) auf der dem Druckstromverbraucher (4) abgewandten Seite des Umgehungs-Rückschlagventils (7) nach der verstellbaren Hauptdrossel (8) führenden Abzweigleitung (23) eine ablaufseitige Messdrossel (22) angeordnet ist und der verbraucherseitige Anschluss der zulaufseitigen Messdrossel (17) mit dem ventileitigen Anschluss der ablaufseitigen Messdrossel (22) über eine bei vollständiger Sperrung oder Öffnung oder nur bei vollständiger Sperrung des Durchflussquerschnittes der verstellbaren Hauptdrossel (8) abgesperrte Verbunddrossel (21) in Verbindung steht, dass die einzelnen Druckdifferenzen über der zulaufseitigen Messdrossel (17), der ablaufseitigen Messdrossel (22) und der Verbunddrossel (21) kleiner sind als die mittlere Druckdifferenz über der verstellbaren Hauptdrossel (8), und dass ein von einer Druckfeder (14) in Schliessrichtung der verstellbaren Hauptdrossel (8) beaufschlagter ein- oder mehrteiliger gestufter Kolben (12) derart ausgebildet ist, dass im Bremsbetrieb seine grössere Kreisfläche (36 bzw. 69) in Öffnungsrichtung mit dem vor der zulaufseitigen Messdrossel (17) anliegenden Zulaufdruck (p_o) und seine kleinere Kreisfläche (37) und eine Kreisringfläche (38), welche beide der grösseren Kreisfläche entgegengesetzt sind, in Schliessrichtung beaufschlagt sind, und zwar die kleinere Kreisfläche (37) mit dem hinter der zulaufseitigen Messdrossel (17) herrschenden verbraucherseitigen Zulaufdruck (p_1) und die Kreisringfläche (38) mit dem vor der ablaufseitigen Messdrossel (22) entstehenden Ablaufdruck (p_a).

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mit der zulaufseitigen Messdrossel (17) eine verstellbare Drossel (26) parallelgeschaltet ist, die als axiale Drosselkerben (27) an einer Steuerkante (28) an dem Abschnitt (25 bzw. 53) des gestuften Kolbens (12) mit dem grossen Durchmesser ausgebildet ist.

3. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Dämpfung der Bewegung des gestuften Kolbens (12) Mittel vorgesehen sind, die beispielsweise als eine in der Abzweigleitung (30), über die die grössere Kreisfläche (36) des gestuften Kolbens (12) mit dem vor der zulaufseitigen Messdrossel (17) anliegenden Zulaufdruck (p_o) beaufschlagt ist, angeordnete Dämpfungs drossel (31) oder als ein am gestuften Kolben (12) angeordneter Dämpfungskolben ausgebildet sind.

4. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindung vom verbraucherseitigen Anschluss der zulaufseitigen Messdrossel (17) über die Verbunddrossel (21) mit dem ventileitigen Anschluss der ablaufseitigen Messdrossel (22) mittels eines in der Abzweigleitung (23) mit der ablaufseitigen Messdrossel (22) in Reihenschaltung mit der ablaufseitigen Messdrossel (22) angeordneten, sich in Richtung zu der Anschlussleitung (3) mit dem Umgehungs-Rückschlagventil (7) hin öffnenden Rückschlagventils (64)

oder/und durch die Überdeckung eines in dieser Verbindung liegenden, im gestuften K. lben (12) angeordneten Durchströmquerschnittes absperbar ist.

5. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Abschnitt des gestuften Kolbens (12), der mit dem Drosselement der verstellbaren Hauptdrossel (8) versehen ist, nochmals gestuft und die sich dadurch ergebende Differenzfläche (74) mit dem Lastdruck (p_2) beaufschlagt ist.

10

Die Erfindung betrifft eine Bremsventileinrichtung hoher Regelgüte zur belastungsunabhängigen Geschwindigkeitsregelung an einem ziehend belasteten doppelt beaufschlagbaren Druckstromverbraucher, die eine in Ausgangsstellung geschlossene verstellbare Hauptdrossel aufweist, über deren stellwegabhängig zunehmenden Durchflussquerschnitt Verbraucher- und Ablaufanschluss miteinander verbunden sind und die mit einem in die in Wirkrichtung der äusseren Belastung hinter dem Druckstromverbraucher befindliche Anschlussleitung geschalteten Umgehungs-Rückschlagventil, das sich in Richtung zum Druckstromverbraucher hin öffnet, parallelgeschaltet ist.

25 Bei den bekannten derartigen Einrichtungen wird der Durchflussquerschnitt der verstellbaren Hauptdrossel im Bremsbetrieb so verstellt, dass eine gegenseitige Angleichung von Zu- und Abflussstrom eintritt. Auf diese Weise wird die Regelgrösse «Abflussstrom» indirekt über die Regelgrösse «Zulaufdruck» beeinflusst und dadurch der Einsatz eines aufwendigeren Zweifachreglers umgangen. Tatsächlich besteht auch ein fester Zusammenhang zwischen beiden Regelgrössen, indem der Zulaufdruck zeitlich konstant bleibt, sobald Zu- und Abflussstrom einander entsprechen.

35 Die Zuordnung zwischen den beiden zu regelnden Grössen ist aber nicht umkehrbar eindeutig, da der Zulaufdruck zwar zeitlich konstant gehalten werden kann, jedoch in seinem Betrage noch erheblich von der jeweiligen Senkgeschwindigkeit abhängt. Ausserdem verläuft der Signalflussweg der beiden Regelgrössen im Gesamtsystem «Regelstrecke-Regel einrichtung» unterschiedlich, und verschiedene technische Parameter wie Gesamtträgheitsmoment bzw. träge Gesamtmasse, Nachgiebigkeit des Gesamtsystems, kinematisch bedingte Verlagerung von Kraftangriffspunkten greifen verschiedenartig in ihn ein. Infolgedessen wirken die auf das als Diskriminator arbeitende Feder-Masse-System des Bremsventils gelangenden Abgleichsignale zeitlich phasenverschoben ein und führen dazu, dass das Gesamtsystem instabil und zu Schwingungen angeregt wird.

45 Alle zur Dämpfung dieser Schwingungen bereits angewandten technischen Mittel haben sich insbesondere bei hydraulischen Arbeitsgeräten mit Lastabsenkung mittels hydrostatischer Arbeitszylinder als unzulänglich erwiesen. Wird beispielsweise der Zulaufdruckseite des Regelkolbens \leq eine Dämpfungs drossel vorgeschaltet, so treten bei zu geringer Bemessung der Druckdifferenz über der Drosselstelle die Instabilitäten in fast uneingeschränktem Masse auf. Falls die Druckdifferenz über der Drosselstelle dagegen so hoch bemessen wird, wie es für die Beruhigung des Gesamtsystems erforderlich wäre, reagiert das Bremsventil zu träge auf die vom Geräteführer ausgelösten hydraulischen Schaltkommandos. Beim Einschalten des Arbeitsregimes «Senken der Last» vergeht dann erst eine bestimmte Zeitspanne, bis die Öffnung des Bremsventils erfolgt, so dass sich in dieser Zeit zulaufseitig schon ein derart h her Druck aufgebaut hat, dass zum einen die Hydraulikanlage unnötig belastet wird und zum andern beim Öffnen des Bremsventils dem K. lben des hydrostatischen Arbeitszylinders eine zu hohe Anfangs-

beschleunigung erteilt wird, die wiederum Schwingungen des Gesamtsystems verursacht. Beim Umschalten vom Arbeitsregime «Senken der Last» zum Arbeitsregime «Halten der Last» wirkt sich die träge Reaktion des Bremsventils jedoch noch störender aus. Infolge des verzögerten Schliessens des Bremsventils senkt sich die Last weiter als beabsichtigt, und es ergeben sich für den Geräteträger grosse Schwierigkeiten bei der genauen Positionierung der Last, wodurch sich die Unfallgefahr beträchtlich erhöht.

Durch die Erfindung sollen bei der belastungsunabhängigen Geschwindigkeitsregelung an ziehend belasteten doppelt beaufschlagbaren Druckstromverbrauchern Schwingungen des Gesamtsystems verhindert werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Bremsventileinrichtung hoher Regelgüte zu schaffen, die trägeitsarm funktioniert und keine Instabilitäten im Gesamtsystem bewirkt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass in der nicht durch das Umgehungs-Rückschlagventil unterbrochenen Anschlussleitung des Druckstromverbrauchers eine zulaufseitige Messdrossel und in der von der Anschlussleitung mit dem Umgehungs-Rückschlagventil auf der dem Druckstromverbraucher abgewandten Seite des Umgehungs-Rückschlagventils nach der verstellbaren Hauptdrossel führenden Abzweigleitung eine ablaufseitige Messdrossel angeordnet ist und der verbraucherseitige Anschluss der zulaufseitigen Messdrossel mit dem ventileitigen Anschluss der ablaufseitigen Messdrossel über eine bei vollständiger Sperrung oder Öffnung oder nur bei vollständiger Sperrung des Durchflussquerschnittes der verstellbaren Hauptdrossel abgesperrte Verbunddrossel in Verbindung steht, dass die einzelnen Druckdifferenzen über der zulaufseitigen Messdrossel, der ablaufseitigen Messdrossel und der Verbunddrossel kleiner sind als die mittlere Druckdifferenz über der verstellbaren Hauptdrossel und dass ein von einer Druckfeder in Schliessrichtung der verstellbaren Hauptdrossel beaufschlagter ein- oder mehrteiliger gestufter Kolben derart ausgebildet ist, dass im Bremsbetrieb seine grössere Kreisfläche in Öffnungsrichtung mit dem vor der zulaufseitigen Messdrossel anliegenden Zulaufdruck und seine kleinere Kreisfläche, welche beide der grösseren Kreisfläche entgegengerichtet sind, in Schliessrichtung beaufschlagt sind, und zwar die kleinere Kreisfläche mit dem hinter der zulaufseitigen Messdrossel herrschenden verbraucherseitigen Zulaufdruck und die Kreisringfläche mit dem vor der ablaufseitigen Messdrossel entstehenden Ablaufdruck.

Bei der erfindungsgemässen Bremsventileinrichtung kann mit der zulaufseitigen Messdrossel eine verstellbare Drossel parallelgeschaltet sein, die als axiale Drosselkerben an einer Steuerkante am Abschnitt des gestuften Kolbens mit dem grossen Durchmesser ausgebildet ist. Zur Dämpfung der Bewegung des gestuften Kolbens können Mittel vorgesehen sein, die beispielsweise als eine in der Abzweigleitung, über die die grössere Kreisfläche des gestuften Kolbens mit dem vor der zulaufseitigen Messdrossel anliegenden Zulaufdruck beaufschlagt ist, angeordnete Dämpfungsdrössel oder als ein am gestuften Kolben angeordneter Dämpfungskolben ausgebildet sind. Des weiteren kann die Verbindung vom verbraucherseitigen Anschluss der zulaufseitigen Messdrossel über die Verbunddrossel mit dem ventileitigen Anschluss der ablaufseitigen Messdrossel mittels eines in der Abzweigleitung mit der ablaufseitigen Messdrossel angeordneten, sich in Richtung zu der Anschlussleitung mit dem Umgehungs-Rückschlagventil hin öffnenden Rückschlagventils oder/und durch die Überdeckung eines in dieser Verbindung liegenden, im gestuften Kolben angeordneten Durchströmquer-

schnittes absperbar sein. Ausserdem kann der Abschnitt des gestuften Kolbens, der mit dem Drosselelement der verstellbaren Hauptdrossel versehen ist, nochmals gestuft und die sich ergebende Differenzfläche mit dem Lastdruck beaufschlagt sein.

Zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben. Es zeigen

- 10 Fig. 1 einen Funktionsschaltplan einer Bremsventileinrichtung mit einem nicht dichtschliessenden Bremsventil,
- Fig. 2 einen Axialschnitt durch ein nicht dichtschliessendes Bremsventil, und
- Fig. 3 einen Axialschnitt durch ein dichtschliessendes 15 Bremsventil.

Das in dem in Fig. 1 gezeigten Funktionsschaltplan einer Bremsventileinrichtung und in Fig. 2 dargestellte nicht dichtschliessende Bremsventil ist zur Regelung der Geschwindigkeit von in Abtriebsdrehrichtung belasteten Druckstromverbrauchern mit drehender Abtriebsbewegung sowie mit umkehrbarer Abtriebsdrehrichtung bestimmt. Durch entsprechende Betätigung des Wegevents 1 kann jede der beiden Anschlussleitungen 2 und 3 des Druckstromverbrauchers 4 25 mit der Pumpendrückleitung 5 und/oder der Ablaufleitung 6 verbunden werden. In die zwischen dem Druckstromverbraucher 4 vorhandene Anschlussleitung 3 ist ein Umgehungs-Rückschlagventil 7 geschaltet, das sich in Richtung zum Druckstromverbraucher 4 hin öffnet und mit dem eine verstellbare Hauptdrossel 8 parallelgeschaltet ist, über deren stellwegabhängig zunehmenden Durchflussquerschnitt der Verbraucheranschluss 9 und der Ablaufanschluss 10 des Bremsventils miteinander verbunden sind. Das Umgehungs-Rückschlagventil 7 kann in das Gehäuse 11 des Bremsventils 30 integriert oder daran angeflanscht sein. Im Gehäuse 11 des Bremsventils ist ein gestufter Kolben 12 geführt, der mit dem als axiale Drosselkerben 13 ausgebildeten Drosselelement der in Ausgangsstellung geschlossenen verstellbaren Hauptdrossel 8 versehen und von einer Druckfeder 14 in Schliessrichtung der verstellbaren Hauptdrossel 8 beaufschlagt ist. Der Federraum 15 ist über einen Verbindungskanal 16 mit dem verbraucherseitigen Anschluss einer zulaufseitigen Messdrossel 17 verbunden, die in der nicht durch das Umgehungs-Rückschlagventil 7 unterbrochenen Anschlussleitung 2 des Druckstromverbrauchers 4 angeordnet ist. Über eine zentrale Bohrung 18, radiale Bohrungen 19 und einen als Ringkanal 20 ausgebildeten Durchströmquerschnitt im gestuften Kolben 12 sowie eine kalibrierte Verbunddrossel 21, die in die zentrale Bohrung 18 eingesetzt sein kann (Fig. 2), steht der Federraum 15 mit dem ventileitigen Anschluss einer kalibrierten ablaufseitigen Messdrossel 22 in Verbindung, die in der von der Anschlussleitung 3 mit dem Umgehungs-Rückschlagventil 7 auf der dem Druckstromverbraucher 4 abgewandten Seite des Umgehungs-Rückschlagventils 7 nach der verstellbaren Hauptdrossel 8 führenden Abzweigleitung 23 angeordnet ist. Durch die entsprechende Anordnung des Ringkanals 20 entweder im Abschnitt 24 des gestuften Kolbens 12 mit dem kleinen Durchmesser (Fig. 1) oder im Abschnitt 25 des gestuften Kolbens 12 mit dem grossen Durchmesser (Fig. 2) ist gewährleistet, dass diese Verbindung bei vollständiger Sperrung des Durchflussquerschnittes der verstellbaren Hauptdrossel 8 unterbrochen ist. Die einzelnen Druckdifferenzen über der zulaufseitigen Messdrossel 17, der ablaufseitigen Messdrossel 22 und der Verbunddrossel 21 sind gegenüber der mittleren Druckdifferenz über der verstellbaren Hauptdrossel 8 relativ gering. Deshalb kann die ablaufseitige Messdrossel 22 evtl. entfallen, falls der Strömungswiderstand der nachfolgenden Ablauflei-

tung bereits eine genügend hohe Druckdifferenz verursacht. Mit der zulaufseitigen Messdrossel 17 kann eine verstellbare Drossel 25 parallelgeschaltet sein (Fig. 2), die bei vollständiger Öffnung des Durchflussquerschnittes der verstellbaren Hauptdrossel 8 völlig geöffnet und als axiale Drosselkerben 27 an einer Steuerkante 28 an dem Abschnitt 25 des gestuften Kolbens 12 mit dem grossen Durchmesser ausgebildet ist. Des weiteren kann zur Dämpfung der Bewegung des gestuften Kolbens 12 in der von der Anschlussleitung 2 auf der dem Druckstromverbraucher 4 abgewandten Seite der zulaufseitigen Messdrossel 17 nach dem Raum 29 führenden Abzweigleitung 30 Dämpfungsdrössel 31 angeordnet sein.

In der in den Fig. 1 und 2 dargestellten Mittelstellung 0 des Wegeventils 1 ist die Pumpendruckleitung 5 mit der Ablauffleitung 6 verbunden, und der Förderstrom der Pumpe fliest drucklos über das Wegeventil 1 ab. Hierbei drückt die Druckfeder 14 den gestuften Kolben 12 gegen einen im Raum 29 befindlichen Anschlag 32 in die gezeichnete Ausgangsstellung. Eine angehobene Last wird dabei durch eine nicht dargestellte selbsttätige Feststellbremse in ihrer jeweiligen Lage gehalten.

Beim Umschalten des Wegeventils 1 zum Arbeitsregime «Senken der Last» in die Schaltstellung 2 werden die Pumpendruckleitung 5 mit der Anschlussleitung 2 und die Ablauffleitung 6 mit der Anschlussleitung 3 verbunden. Der Zuflusstrom fliest durch die Anschlussleitung 2 mit der zulaufseitigen Messdrossel 17 zum Druckstromverbraucher 4. Da der direkte Abfluss vom Druckstromverbraucher 4 in die Ablauffleitung 6 durch das Umgehungs-Rückschlagventil 7 in der Anschlussleitung 3 verhindert wird, fliest der Abflussstrom durch die Abzweigleitung 33 und den Verbraucheranschluss 9 in den Ringkanal 34, von wo er nur über die axialen Drosselkerben 13 im gestuften Kolben 12, den Ringkanal 35, die Abzweigleitung 23 mit der ablaufseitigen Messdrossel 22 und den Ablauffanschluss 10 in die Ablauffleitung 6 gelangen kann. Infolgedessen, dass die grosse Kreisfläche 36 des gestuften Kolbens 12 mit dem im Bremsbetrieb vor der zulaufseitigen Messdrossel 17 anliegenden Zulaufdruck p_0 in Öffnungsrichtung der verstellbaren Hauptdrossel 8 und der verstellbaren Drossel 26 über die Abzweigleitung 30 und – falls vorhanden – die Dämpfungsdrössel 31 beaufschlägt ist, wird der gestuften Kolben 12 entgegen der Wirkrichtung der Vorspannkraft der Druckfeder 14 und der aus dem hinter der zulaufseitigen Messdrossel 17 herrschenden verbraucherseitigen Zulaufdruck p_1 resultierenden, an der kleinen Kreisfläche 37 des gestuften Kolbens 12 über den Verbindungskanal 16 angreifenden Druckkraft bewegt. Sobald hierbei der Abflusstrom vom Ringkanal 34 aus den stellwegabhängig zunehmenden Durchflussquerschnitt der axialen Drosselkerben 13 der verstellbaren Hauptdrossel 8 passieren kann, entsteht im Ringkanal 35 vor der ablaufseitigen Messdrossel 22 ein Ablaupdruck p_A , der auf die Kreisringfläche 38 des gestuften Kolbens 12 in Schliessrichtung der verstellbaren Hauptdrossel 8 wirkt. Gleichzeitig mit der Öffnung des Durchflussquerschnittes der verstellbaren Hauptdrossel 8 wird über den Ringkanal 20, die radialen Bohrungen 19, die zentrale Bohrung 18, den Federraum 15 und den Verbindungskanal 16 sowie die Verbunddrossel 21 eine Nebenschlussverbindung zwischen dem Ringkanal 35 und dem verbraucherseitigen Anschluss der zulaufseitigen Messdrossel 17 in der Anschlussleitung 2 hergestellt, so dass grössere Druckdifferenzen zwischen dem Ablaupdruck p_A und dem verbraucherseitigen Zulaufdruck p_1 praktisch unverzögert ausgeglichen werden. Das Bremsventil führt während des Bremsvorganges zwei miteinander gekoppelte Regelfunktionen aus, wodurch sowohl eine druck- als auch stromabhängige Einstellung der verstellbaren Hauptdrossel 8 gegeben ist. Die Regelgröße «Abflusstrom» wird mit der

Führungsgröße «Zuflussstrom» verglichen, indem die an der ablaufseitigen Messdrossel 22 und der zulaufseitigen Messdrossel 17 entstehenden stromabhängigen Druckabfälle am gestuften Kolben 12 entgegengesetzt gerichtete Stellkräfte hervorrufen. Ebenso, jedoch im umgekehrten Wirkungssinne, findet ein Vergleich zwischen der am gestuften Kolben 12 angreifenden Kraft des als Zweitregelgröße wirkenden verbraucherseitigen Zulaufdruckes p_1 mit der als Sollwert bzw. Führungsgröße auftretenden Reaktionskraft der Druckfeder 14 statt. Eine weitere Stabilisierung erfährt das Regelsystem durch die Verbunddrossel 21. Rein statisch bringt sie den verbraucherseitigen Zulaufdruck p_1 stets in die Größenordnung des Ablaupdruckes p_A , indem grössere Abweichungen beider Drücke voneinander durch einen entsprechenden Nebenschlussstrom ausgeglichen werden. Bezuglich des verbraucherseitigen Zulaufdruckes p_1 ist hierdurch sowohl Unterdruckbildung als auch ein übermäßig hoher Druckanstieg verhindert. Dynamisch beruht die stabilisierende Wirkung der Verbunddrossel 21 auf der Tatsache, dass die zeitlichen Druckänderungen des Ablaupdruckes p_A und des verbraucherseitigen Zulaufdruckes p_1 , die stets gegenphasig zueinander verlaufen, zur Interferenz gebracht werden. Ein Anschlag 39 im Federraum 15 begrenzt den Stellweg des gestuften Kolbens 12 und bestimmt somit die grösstmögliche Öffnung des Durchflussquerschnittes der verstellbaren Hauptdrossel 8 sowie der verstellbaren Drossel 26. Die verstellbare Drossel 26 kann vorgesehen werden, um bei grösstmöglicher Öffnung des Durchflussquerschnittes der verstellbaren Hauptdrossel 8 durch Herabsetzung des Druckabfalls an der zulaufseitigen Messdrossel 17 ein schnelles Senken, beispielsweise ohne Last, zu ermöglichen.

Wenn sich das Wegeventil 1 im Arbeitsregime «Heben der Last» in der Schaltstellung 1 befindet, stehen die Pumpendruckleitung 5 mit der Anschlussleitung 3 und die Ablauffleitung 6 mit der Anschlussleitung 2 in Verbindung. Dann ist einerseits der Raum 29 druckentlastet, und andererseits wirkt der sich über die ablaufseitige Messdrossel 22 in den Ringkanal 35 fortplanzende Zulaufdruck auf die Kreisringfläche 38 des gestuften Kolbens 12, so dass der gestuften Kolben 12 dadurch und durch die Wirkung der Vorspannkraft der Druckfeder 14 gegen den Anschlag 32 gedrückt wird. Da bei dieser Stellung des gestuften Kolbens 12 die Nebenschlussverbindung zwischen den Anschlussleitungen 3 und 2 über die Verbunddrossel 21 unterbrochen ist, kann der Druckstrom nur durch die Anschlussleitung 3 und das sich öffnende Umgehungs-Rückschlagventil 7 zum Druckstromverbraucher 4 fliessen und wird von dort durch die Anschlussleitung 2 in die Ablauffleitung 6 abgeführt. Der dabei vor der zulaufseitigen Messdrossel 17 entstehende Druck sichert den notwendigen Ablaupdruck des Druckstromverbrauchers 4, während die Last gehoben wird.

Das in Fig. 3 dargestellte dichtschliessende Bremsventil ist zur Regelung der Geschwindigkeit von ziehend belasteten doppeltwirkenden hydrostatischen Arbeitszylindern bestimmt. Besonders geeignet ist es auch für Baumaschinen, die in Wirkrichtung der Last mit Betriebsdruck beaufschlagt arbeiten müssen. Durch entsprechende Betätigung des Wegeventils 1 kann jede der beiden Anschlussleitungen 2 und 3 des Druckstromverbrauchers 4 mit der Pumpendruckleitung 5 und/oder der Ablauffleitung 6 verbunden werden. In die in Wirkrichtung der äusseren Belastung hinter dem Druckstromverbraucher 4 befindliche Anschlussleitung 3 ist ein Umgehungs-Rückschlagventil 7 geschaltet, das sich in Richtung zum Druckstromverbraucher 4 hin öffnet und mit dem einer verstellbaren Hauptdrossel 8 parallelgeschaltet ist, über deren stellwegabhängig zunehmenden Durchflussquerschnitt der Verbraucheranschluss 9 und der Ablauffanschluss 10 des Bremsventils miteinander verbunden sind. Das Umgehungs-

Rückschlagventil 7 kann in das Gehäuse 11 des Bremsventils integriert oder daran angeflanscht sein. Im Gehäuse 11 des Bremsventils ist ein zweiteilig ausgebildeter gestufter Kolben 12 geführt, der aus dem Bremssperrkolben 40 und dem Stromsteuerkolben 41 besteht. Der Bremssperrkolben 40, der mit dem als axiale Drosselkerben 13 ausgebildeten Drossel-element der in Ausgangsstellung geschlossenen verstellbaren Hauptdrossel 8 versehen ist, wird von einer im Federraum 15 angeordneten Druckfeder 14 in Schliessrichtung der verstellbaren Hauptdrossel 8 beaufschlagt. Er weist einen Ventilegel 42 auf, welcher in der Ausgangsstellung mit seiner Kegeldichtfläche 43 an der dichtenden Gehäusekante 44 anliegt und die verstellbare Hauptdrossel 8 leckagefrei verschliesst. Die beiden durch den Ventilegel 42 getrennten Abschnitte 65 und 66 des Bremssperrkolbens 40 des gestuften Kolbens 12 sind derart gestuft, dass der federraumseitige Abschnitt 65 einen etwas kleineren Durchmesser besitzt als der dem Federraum 15 abgewandte, mit den axialen Drosselkerben 13 versehene Abschnitt 66. Ferner weist der Bremssperrkolben 40 eine zentrale Bohrung 45 und eine koaxiale Bohrung 46 auf, welche ein als Vorsteuerventil arbeitendes Rückschlagventil, bestehend aus Kegel 47, Federteller 48, Ventilefeder 49 und durchbohrtem Füllstück 50, enthält. Von der Bohrung 46 zweigt eine Nachfülldrossel 51 ab, die über eine am Umfang des Ventilegels 42 mündende Bohrung 52 mit dem Ringkanal 34 in Verbindung steht. Der Ringkanal 34 steht seinerseits über den Verbraucheranschluss 9 und die Abzweigleitung 33 mit der Anschlussleitung 3 in Verbindung. Der in einen Abschnitt 53 mit grossem Durchmesser und einen Abschnitt 54 mit kleinem Durchmesser gestufte Stromsteuerkolben 41 besitzt zwei koaxiale Aufnahmebohrungen 55 und 56, in welche die kalibrierte zulaufseitige Messdrossel 17 und die als kalibrierte Zapfenschraube ausgeführte Verbunddrossel 21 eingesetzt sind. Der Stromsteuerkolben 41 durchläuft den Ringkanal 67, in welchen der verbraucherseitige Abschnitt der Anschlussleitung 2 einmündet. Die im Stromsteuerkolben 41 angeordneten Querbohrungen 57 und die Durchströmquerschnitte der Querbohrungen 58 stellen Verbindungen vom Ringkanal 67 zu den dem Druckstromverbraucher 4 zugewandten Seiten der zulaufseitigen Messdrossel 17 und der Verbunddrossel 21 her. Der Abschnitt 54 des Stromsteuerkolbens 41 des gestuften Kolbens 12 mit dem kleinen Durchmesser ist im Bohrungsabschnitt 59 des Gehäuses 11 dichtend geführt und ragt mit dem als Strömungsprofil ausgebildeten Endteil in den Ringkanal 35, der mit der Aufnahmebohrung 56 über die Querbohrungen 60 verbunden ist. An der Stirnfläche des als Strömungsprofil ausgebildeten Endteiles befinden sich Ölablaufnuten 61 sowie ein axialer Stössel 62, welcher in die Bohrung 45 im Bremssperrkolben 40 des gestuften Kolbens 12 eintaucht. Der Ringkanal 35 steht mit dem ventileitigen Anschluss einer kalibrierten ablaufseitigen Messdrossel 22 in Verbindung, die in der von der Anschlussleitung 3 mit dem Umgehungs-Rückschlagventil 7 auf der dem Druckstromverbraucher 4 abgewandten Seite des Umgehungs-Rückschlagventils 7 nach der verstellbaren Hauptdrossel 8 führenden Abzweigleitung 23 angeordnet ist. In die ablaufseitige Messdrossel 22 ist ein sich in Richtung zur Anschlussleitung 3 hin öffnendes Rückschlagventil 64 integriert, das auch in der Abzweigleitung 23 separat in Reihenschaltung mit der ablaufseitigen Messdrossel 22 angeordnet sein könnte. Die einzelnen Druckdifferenzen über der zulaufseitigen Messdrossel 17, der ablaufseitigen Messdrossel 22 und der Verbunddrossel 21 sind gegenüber der mittleren Druckdifferenz über der verstellbaren Hauptdrossel 8 relativ gering. Die ablaufseitige Messdrossel 22 kann entfallen, falls der Strömungswiderstand der nachfolgenden Ablauffleitung bereits eine genügend hohe Druckdifferenz verursacht. Durch die

entsprechende Anordnung der Querbohrungen 58 im Abschnitt 54 des Stromsteuerkolbens 41 des gestuften Kolbens 12 mit dem kleinen Durchmesser zum Bohrungsabschnitt 59 des Gehäuses 11 und durch das in der Abzweigleitung 23 angeordnete Rückschlagventil 64 ist gewährleistet, dass die von der Abzweigleitung 23 über Ringkanal 35, Querbohrungen 60, Aufnahmebohrung 56, Verbunddrossel 21, Querbohrungen 58 zum Ringkanal 67 bestehende Nebenschlussverbindung bei vollständiger Sperrung und bei vollständiger Öffnung des Durchflussquerschnittes der verstellbaren Hauptdrossel 8 unterbrochen ist. Mit der zulaufseitigen Messdrossel 17 ist eine verstellbare Drossel 26 parallelgeschaltet, die bei vollständiger Öffnung des Durchflussquerschnittes der verstellbaren Hauptdrossel 8 völlig geöffnet und als axiale Drosselkerben 27 an einer Steuerkante 28 an dem Abschnitt 53 des Stromsteuerkolbens 41 des gestuften Kolbens 12 mit dem grossen Durchmesser ausgebildet ist. Durch Umgehungskanäle 63 sind die axialen Drosselkerben 27 bei vollständiger Sperrung des Durchflussquerschnittes der verstellbaren Hauptdrossel 8 überbrückt. Der Einsatz von an sich bekannten Mitteln zur Dämpfung der Bewegung des zweiteiligen gestuften Kolbens 12 ist bewusst nicht vorgenommen, um ein möglichst trägeheitsarmes Schaltverhalten des dichtschliessenden Bremsventils zu gewährleisten.

In der in Fig. 3 dargestellten Mittelstellung 0 des Wegeventils 1 ist die Pumpendruckleitung 5 mit der Ablauffleitung 6 verbunden, und der Förderstrom der Pumpe fliesst drucklos über das Wegeventil 1 ab. Der über die Anschlussleitung 3 und die Abzweigleitung 33 im Ringkanal 34 anliegende Lastdruck p_2 pflanzt sich über die Bohrung 52, die Nachfüldrossel 51 und die Bohrung 46 in den Federraum 15 fort. Durch die Wirkung des Lastdrucks p_2 und der Vorspannkraft der Druckfeder 14 im Federraum 15 wird der Ventilegel 42 des Bremssperrkolbens 40 des gestuften Kolbens 12 fest auf die Gehäusekante 44 gedrückt. Desgleichen wird vom Lastdruck p_2 unterstützt von der Ventilefeder 49 die Kugel 47 des Vorsteuerventils dichtend auf den Sitz an der Bohrung 45 gepresst. Da vom Lastdruck p_2 auch das in der Anschlussleitung 3 befindliche Umgehungs-Rückschlagventil 7 in Sperrstellung gedrückt wird, ist die Last in ihrer jeweiligen Position leckölfrei gehalten. Der Stromsteuerkolben 41 des gestuften Kolbens 12 ist bis zum Anschlag 32 axial frei beweglich und kann beispielsweise die in Fig. 3 gezeigte Lage einnehmen.

Beim Umschalten des Wegeventils 1 zum Arbeitsregime «Senken der Last» in die Schaltstellung 2 werden die Pumpendruckleitung 5 mit der Anschlussleitung 2 und die Ablauffleitung 6 mit der Anschlussleitung 3 verbunden. Der Zuflussstrom fliesst durch die Anschlussleitung 2 über die zulaufseitige Messdrossel 17 zum Druckstromverbraucher 4. Das Verhältnis zwischen der grossen Kreisfläche 69 des Stromsteuerkolbens 41 des gestuften Kolbens 12 und der Querschnittsfläche der Bohrung 45 des im Bremssperrkolben 40 des gestuften Kolbens 12 untergebrachten Vorsteuerventils ist so bemessen, dass wenige Atmosphären Zulaufdruck p_0 ausreichen, um den Stromsteuerkolben 41 des gestuften Kolbens 12 in Öffnungsrichtung der verstellbaren Hauptdrossel 8 gegen den Bremssperrkolben 40 des gestuften Kolbens 12 zu bewegen und dabei mittels des Stössels 62 die Kugel 47 des Vorsteuerventils entgegen der Wirkung der aus dem Lastdruck p_2 resultierenden Druckkraft und der Vorspannkraft der Ventilefeder 49 vom Sitz an der Bohrung 45 abzuheben. Da der freigegebene Querschnitt, nämlich die Bohrung 45 und die Ölablaufnuten 61, einen wesentlich geringeren Strömungswiderstand besitzt als die Nachfüldrossel 51, findet eine Entlastung des Federraumes 15 auf den im Ringkanal 35 vor der ablaufseitigen Messdrossel 22 entstehenden Ablauffdruck p_A statt. Bei entsperrem Vorsteuer-

ventil liegt der Stromsteuerkolben 41 des gestuften Kolbens 12 mit der Stirnfläche des als Strömungsprofil ausgebildeten Endteiles seines Abschnittes 54 mit dem kleinen Durchmesser an der dem Federraum 15 abgewandten Stirnfläche des Bremssperrkolbens 40 des gestuften Kolbens 12 an und bildet mit diesem eine sich synchron bewegende Einheit. Der zweiteilige gestufte Kolben 12 bewegt sich weiter in Öffnungsrichtung der verstellbaren Hauptdrossel 8 entgegen der Wirkrichtung der Vorspannkraft der Druckfeder 14 und der relativ niedrigen, aus dem verbraucherseitigen Zulaufdruck p_1 und dem Ablaufdruck p_A resultierenden Druckkräfte. Da der direkte Abfluss vom Druckstromverbraucher 4 in die Ablaufleitung 6 durch das Umgehungs-Rückschlagventil 7 in der Anschlussleitung 3 verhindert wird, fliesst der Ablussstrom durch die Abzweigleitung 33 und den Verbraucheranschluss 9 in den Ringkanal 34, von wo er nur über die axialen Drosselkerben 13 im Bremssperrkolben 40 des gestuften Kolbens 12, den Ringkanal 35, die Abzweigleitung 23 mit der ablaufseitigen Messdrossel 22 sowie dem geöffneten Rückschlagventil 64 und den Ablaufanschluss 10 in die Ablaufleitung 6 gelangen kann. Zusätzlich besteht über den Ringkanal 67, die Querbohrungen 58 im Stromsteuerkolben 41 des gestuften Kolbens 12, die in diesen eingesetzte kalibrierte Verbunddrossel 21, die Aufnahmebohrung 56 und die Querbohrungen 60 eine Nebenschlussverbindung zwischen dem Ringkanal 35 und dem verbraucherseitigen Abschnitt der Anschlussleitung 2, so dass grössere Druckdifferenzen zwischen dem Ablaufdruck p_A und dem verbraucherseitigen Zulaufdruck p_1 praktisch unverzögert ausgeglichen werden. Während der Zulaufdruck p_0 vor der zulaufseitigen Messdrassel 17 auf der grossen Kreisfläche 69 des Stromsteuerkolbens 41 des gestuften Kolbens 12 eine Kraft in Öffnungsrichtung der verstellbaren Hauptdrossel 8 erzeugt, bewirkt der hinter der zulaufseitigen Messdrossel 17 herrschende verbraucherseitige Zulaufdruck p_1 auf der Kreisringfläche 70 des Stromsteuerkolbens 41 des gestuften Kolbens 12 eine entsprechende Kraft in Schliessrichtung der verstellbaren Hauptdrossel 8. Der im Federraum 15 herrschende Ablaufdruck p_A erzeugt auf der kleinen Kreisfläche 71 des Bremssperrkolbens 40 des gestuften Kolbens 12 ebenfalls eine Kraft in Schliessrichtung der verstellbaren Hauptdrossel 8. Dieser schliessende Kraftanteil wird jedoch vermindernd um den Kraftanteil, den der Ablaufdruck p_A im Ringkanal 35 in Öffnungsrichtung der verstellbaren Hauptdrossel 8 an der Fläche erzeugt, die sich aus der Differenz zwischen der dem Federraum 15 abgewandten grossen Kreisfläche 72 des Bremssperrkolbens 40 des gestuften Kolbens 12 und der kleinen Kreisfläche 73 des Stromsteuerkolbens 41 des gestuften Kolbens 12 ergibt. Obwohl die aus dem verbraucherseitigen Zulaufdruck p_1 und dem Ablaufdruck p_A resultierenden schliessenden Kraftanteile auf jeweils andere Teilflächen des gestuften Kolbens 12 einwirken, gleicht das Regelungsprinzip des dichtschliessenden Bremsventils völlig dem des nicht dichtschliessenden Bremsventils. In dem Masse, wie die verstellbare Hauptdrossel 8 geöffnet ist, erzeugt auf den zugehörigen Grundquerschnitten der in den Ringkanal 34 eintauchenden Bereiche der axialen Drosselkerben 13 der Lastdruck p_2 eine zusätzliche Kraft in Öffnungsrichtung der verstellbaren Hauptdrossel 8. Der Kraftausgleich bezüglich des Lastdruckes p_2 auf den zweiteiligen gestuften Kolben 12 ist hierdurch etwas gestört, und der Regelvorgang des dichtschliessenden Bremsventils ist nicht mehr vollkommen lastunabhängig. Eine annähernde Kompensation dieses Lasteinflusses wird durch die geringfügig unterschiedliche Stufung der Abschnitte 65 und 66 des Bremssperrkolbens 40 des gestuften Kolbens 12 erzielt, die so ausgelegt ist, dass der auf der kreisringförmigen Differenzfläche 74 zwischen der grossen Kreisfläche 72 und der

kleinen Kreisfläche 71 des Bremssperrkolbens 40 des gestuften Kolbens 12 wirkende Lastdruck p_2 eine Kraftwirkung in Schliessrichtung der verstellbaren Hauptdrossel 8 erzeugt. Wird der Bremssperrkolben 40 des gestuften Kolbens 12 in umgekehrter Weise gestuft, so ergibt sich eine verstärkte Lastabhängigkeit der Senkgeschwindigkeit.

Beim schnellen Senken der Last oder – bei Baumaschinen – im Falle von Erdarbeiten ist infolge des zulaufseitigen Druckanstieges der zweiteilige gestufte Kolben 12 in die Öffnungsstellung der verstellbaren Hauptdrossel 8 verschoben. Um dabei den Druckverlust an der zulaufseitigen Messdrossel 17 niedrig zu halten, ist die verstellbare Drossel 26 vorgesehen. Über die in den Ringkanal 67 eintauchenden axialen Drosselkerben 27 und die Umgehungskanäle 63 wird eine Nebenschlussverbindung zur zulaufseitigen Messdrossel 17 hergestellt. Bei vollständiger Öffnung des Durchflussquerschnittes der verstellbaren Hauptdrossel 8 sind die Querbohrungen 58 des Stromsteuerkolbens 41 des gestuften Kolbens 12 vom Bohrungsschnitt 59 des Gehäuses 11 überdeckt, so dass die Nebenschlussverbindung zwischen den Anschlussleitungen 3 und 2 über die Verbunddrossel 21 unterbrochen ist. Da dann der gesamte Zuflussstrom über die Anschlussleitung 2 zum Druckstromverbraucher 4 fliesst, erzeugt dieser die maximale Leistung. Ein Anschlag 68 begrenzt den Stellweg des zweiteiligen gestuften Kolbens 12.

Wird das Wegeventil 1 wieder in die Mittelstellung 0 bewegt, so bricht zunächst der Zulaufdruck p_0 zusammen, und es wirkt keine öffnende Kraft auf den zweiteiligen gestuften Kolben 12 mehr. Hierauf schliesst die Ventilfeder 49, deren Vorspannkraft so gross sein muss, dass sie den Stromsteuerkolben 41 des gestuften Kolbens 12 verschieben kann, das im Bremssperrkolben 40 des gestuften Kolbens 12 befindliche Vorsteuerventil. Über Bohrung 52, Nachfülldrossel 51 und Bohrung 46 baut sich im Federraum 15 der Lastdruck p_2 auf, welcher unterstützt von der Druckfeder 14 den Bremssperrkolben 40 und den Stromsteuerkolben 41 des gestuften Kolbens 12 in Schliessrichtung der verstellbaren Hauptdrossel 8 bewegt und schliesslich den Ventilkegel 42 des Bremssperrkolbens 40 auf die dichtende Gehäusekante 44 presst. Der Druckstromverbraucher 4 wird leckagefrei in der eingenommenen Position gehalten.

Wenn sich das Wegeventil 1 im Arbeitsregime «Heben der Last» in der Schaltstellung 1 befindet, stehen die Pumpendruckleitung 5 mit der Anschlussleitung 3 und die Ablaufleitung 6 mit der Anschlussleitung 2 in Verbindung. Hierdurch ist der Raum 29 druckentlastet. Da das in der ablaufseitigen Messdrossel 22 befindliche Rückschlagventil 64 schliesst, bleibt dem Druckstrom die Nebenschlussverbindung zwischen den Anschlussleitungen 3 und 2 über Ringkanal 35, Querbohrungen 60, Aufnahmebohrung 56, Verbunddrossel 21, Querbohrungen 58 und Ringkanal 67 versperrt. Der Druckstrom kann nur über das sich öffnende Umgehungs-Rückschlagventil 7 und die Anschlussleitung 3 in den Druckstromverbraucher 4 gelangen. Die Last wird gehoben. Da der Zulaufdruck auch im Ringkanal 34 anliegt und sich über Bohrung 52, Nachfülldrossel 51 und Bohrung 46 in den Federraum 15 fortpflanzt, verbleibt der Bremssperrkolben 40 des gestuften Kolbens 12 in der leckfreien Schliessstellung der verstellbaren Hauptdrossel 8. Der vom Druckstromverbraucher 4 durch die Anschlussleitung 2 abfliessende Ölstrom kann zunächst nur über den Ringkanal 67, die Querbohrungen 57, die Aufnahmebohrung 55 und die zulaufseitige Messdrossel 17 abfliessen. Dabei wird an der zulaufseitigen Messdrossel 17 ein gewisser Gegendruck erzeugt, der sich über die Aufnahmebohrung 55 und die Querbohrungen 57 in den Ringkanal 67 und weiter über die Querbohrungen 58, Verbunddrossel 21, Aufnahmebohrung 56 und Querbohrungen 60 in den Ringkanal 35 fortpflanzt und sowohl die

Kreisringfläche 70 als auch die kleine Kreisfläche 73 des Stromsteuerkolbens 41 des gestuften Kolbens 12 beaufschlagt, so dass dieser an den Anschlag 32 gedrückt wird. Bei dieser Stellung des Stromsteuerkolbens 41 des gestuften Kolbens 12 besteht über die Umgehungskanäle 63 eine direkte Nebenschlussverbindung zur zulaufseitigen Messdrossel 17. Hierauf fällt der an der zulaufseitigen Messdrossel 17 aufgebaute Gegendruck stark ab, wodurch das Arbeitsregime «Heben der Last» mit geringsten Druckverlusten durchgeführt werden kann.

Wenn bei am Anschlag 32 anliegenden Stromsteuerkolben 41 des gestuften Kolbens 12, also bei überbrückter zulaufseitiger Messdrossel 17, am Wegeventil 1 die Schaltstellung 2 für das Arbeitsregime «Senken der Last» gewählt wird, bewegt sich der Stromsteuerkolben 41 des gestuften Kolbens 12 sofort auf den Bremsperrkolben 40 des gestuften Kolbens 12 zu, da der anfänglich über die Querbohrungen 58, die Verbunddrossel 21, die Aufnahmebohrung 56, die Querbohrungen 60, den Ringkanal 35 und über das jetzt geöffnete Rückschlagventil 64 fliessende Zuflussstrom einen entsprechenden Druckabfall im Ringkanal 35 und an der kleinen Kreisfläche 73 des Stromsteuerkolbens 41 des gestuften Kolbens 12 hervorruft.

Die Bremsventileinrichtung mit einem nicht dichtschliessenden Bremsventil nach den Figuren 1 und 2 ist für den Einsatz in offenen hydrostatischen Kreisläufen mit hydrostati-

schen Druckstromverbrauchern geeignet, die eine drehende Abtriebsbewegung mit umkehrbarer Antriebsdrehrichtung liefern, z. B. für Hubantriebe, Fahrantriebe bei selbstfahrenden Landmaschinen etc. Weiter eignen sie sich für Windenantriebe auf Fang-, Verarbeitungs- und Transportschiffen. Die Bremsventileinrichtung mit einem dichtschliessenden Bremsventil gelangt dagegen in offenen hydrostatischen Kreisläufen mit doppeltwirkenden hydrostatischen Arbeitszylindern, z. B. für Universalbagger, Automobil-

10 Drehkräne zur Anwendung.

Beide Bremsventileinrichtungen eignen sich vorzugsweise für solche offenen hydrostatischen Kreisläufe, bei denen besonders ungünstige dynamische Verhältnisse und beträchtliche Schwankungen der Kreislauf-Lastparameter auftreten, 15 wie dies vorwiegend bei den Auslegersystemen von Kränen, Baggern und anderen Baumaschinen der Fall ist. Sie ermöglichen mit relativ einfachen konstruktiven Mitteln auch bei äusserst ungünstigen dynamischen Verhältnissen einen völlig schwingungsfreien Abbremsbetrieb. Hierdurch kann die Lebensdauer kostspieliger hydraulischer und mechanischer Bauteile eines hydrostatischen Arbeitsgerätes entscheidend erhöht werden. Da auch gleichzeitig der verbraucherseitige Zulaufdruck auf einem niedrigen konstanten Wert haltbar 20 ist, kann die erforderliche Antriebsleistung auf ein Minimum beschränkt werden.

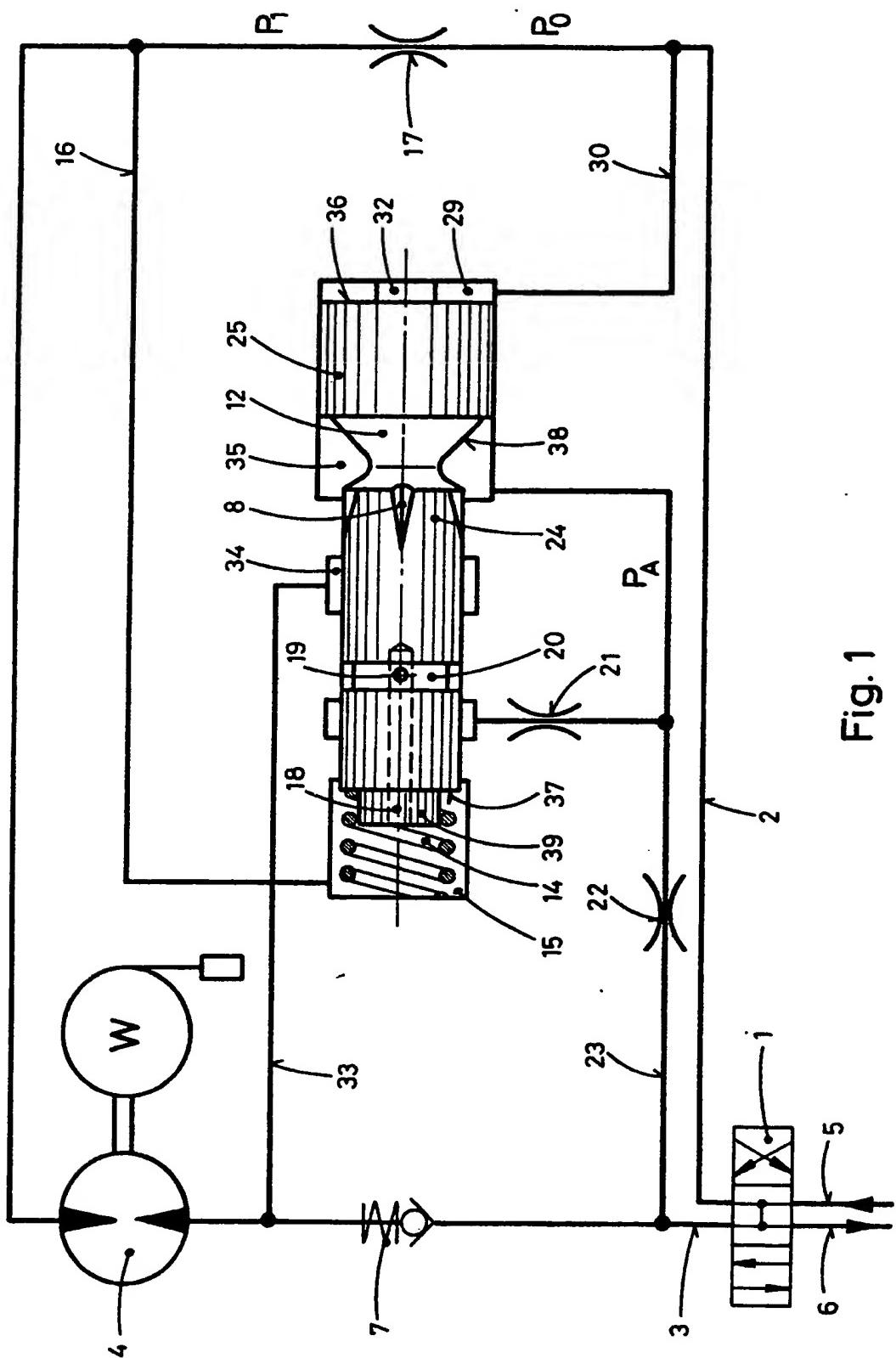


Fig. 1

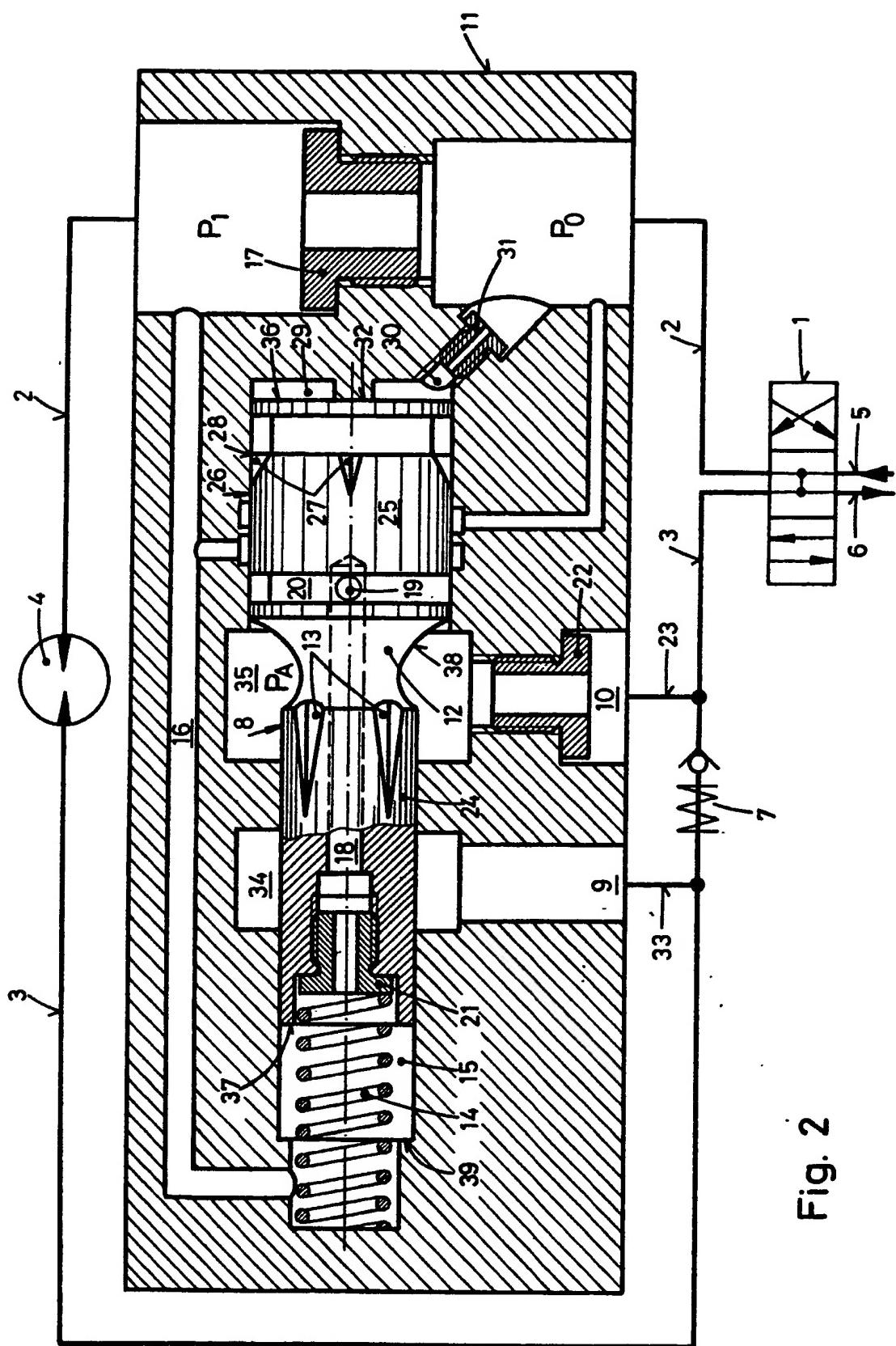
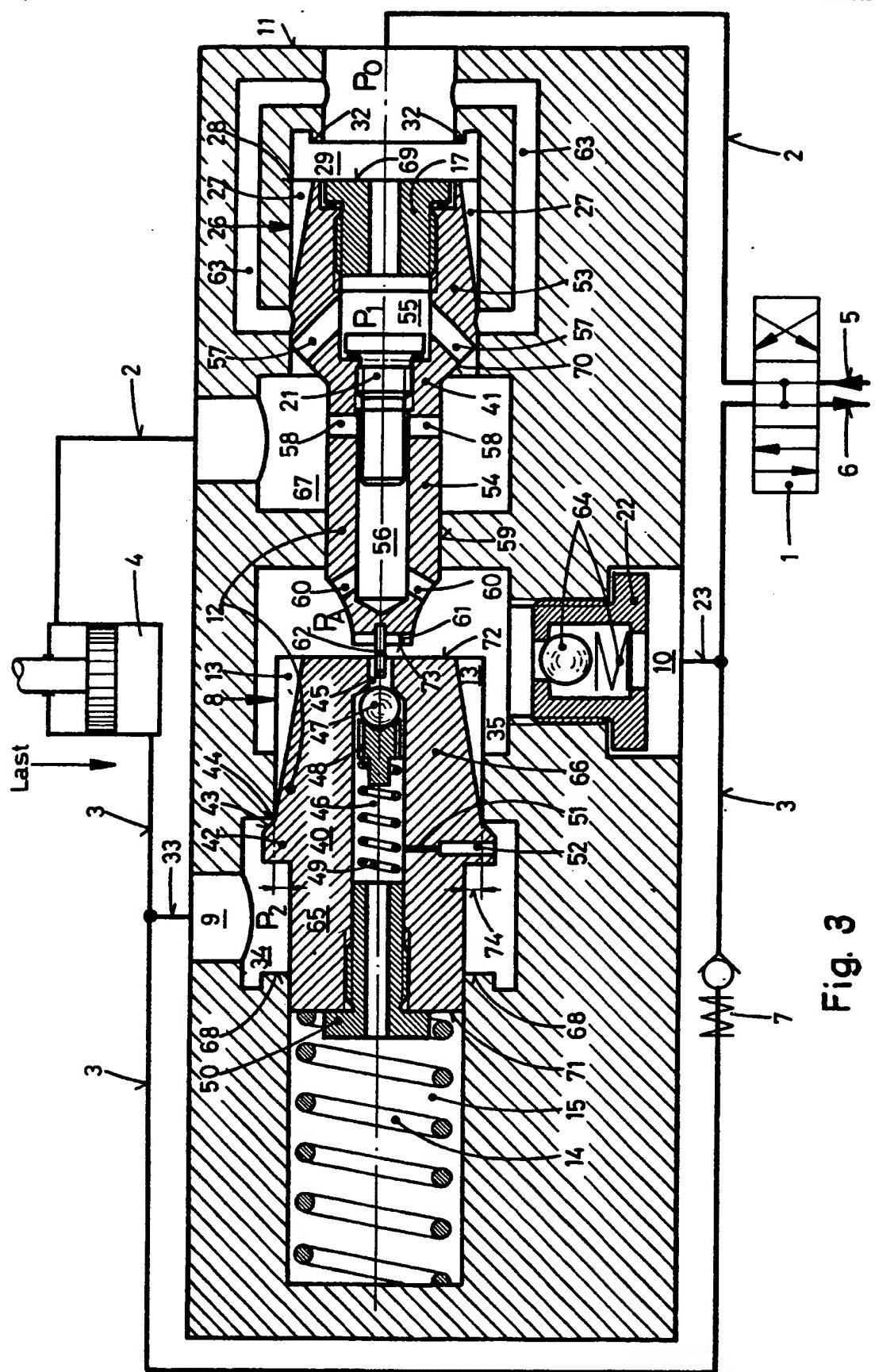


Fig. 2



୩
ପ୍ରତ୍ୟ